

=ティグ溶接に関する「アークの物理」(12) =

タングステン電極に関する知識を十分にするために、溶接学会誌と溶接学会論文集に 1988 年投稿された論文の力をお借りして第 220 話 ~ 第 224 話 にわたって紹介しました。その主な要点を、以下に少々振り返ってみることにします。

【第 220 話】

- 溶接学会誌より 1982 年~2001 年の間における「日本における溶接の展望」にある「ティグ溶接」欄よりタングステン電極の適用と開発における歩みの概要を表 220-01 に示した。
- その中で参考にさせていただいたのは、溶接学会論文集 Vol.6 No.2 1988 5月号 大阪大学 松田らによるガス・タングステン・アーク電極の研究(1)および(2)であり 1990 年の JIS 規格改定につながった。
- 当時主流であった ThO₂-W に替えて、新しい酸化物入りタングステン電極の開発が理論と実際の両面より進展する一方、アーク多数回起動性の劣化などは制御することが困難など、制約条件も示された。

【第 221 話】

- 長時間の使用にも耐えるような電極形状の変化や消耗の少ない電極とするための考え方の第一は、仕事関数の低いことで、陰極動作温度を低くできる。(図 221-01)
- タングステン電極の実用化のための特性比較実験が①電流・電圧特性 ②アーク起動性 ③アーク圧力の各課題で実施され、いずれの結果も実溶接にあたっては大変参考になる
- とくにアーク圧力に及ぼす電極先端径の影響(図 221-05)とそのコメントには注目したい。

【第 222 話】

- 特性比較実験の④電極溶断現象 ⑤アーク放電と電極先端部の変化の 2 課題の結果が示され、とくに電極先端部の変化では Pure-W, ThO₂(2%)-W の場合には溶融変形がみられるのに対し、La₂O₃(2%)-W, Y₂O₃(2%)-W, CeO₂(1%)-W などには殆ど形状の変化がみられない
- 熱電対による電極動作温度の測定が試みられ、あきらかに ThO₂(2%)-W に比較して、他の La₂O₃(2%)-W, Y₂O₃(2%)-W, CeO₂(1%)-W などの電極温度は低くなる結果(図 222-03)を得た。

【第 223 話】

- ガス・タングステン電極の研究(2)では、**電極の消耗挙動に重点**がおかれ、アプローチとして電極表面および断面組織の観察がなされた。
- **電極表面の観察**では、先端部は薄く溶融しており、アークルート外縁部のすぐ外側にはタングステンの堆積成長が観察された。
- **断面組織観察**からは、酸化物の形態が針状のもの、および粒状のもの二通りあることが確認された。また、先端の表面部およびその近傍から**酸化物が消失**することが判明、**アーク起動性の劣化**につながるものと推定される。

【第 224 話】

- $La_2O_3(2\%)-W$, $Y_2O_3(2\%)-W$, $CeO_2(1\%)-W$ および三元系Wの各電極が他の P-W, ThO_2-W などよりも**溶融変形の少ない**ことを明らかにした。
- 電極消耗に及ぼす**作動ガスの影響**が検討され、**酸素は極微量でも消費量を大きく増加させるとともに、電極径の減少 (図 224-03) を生じさせ、かつ先端部に傘状の“R I M”を形成する。**
- “R I M”生成の要因は、タングステンの酸化により生じた昇華温度の低い WO_2 等の酸化タングステンとなりそこで再び解離してタングステンが電極上に堆積し、適当な温度を有する箇所成長が生じるためであると考えられる。
- **酸化性ガス中における著しい消耗とそれに伴う“R I M”形成は全てのタングステン電極に共通する問題点であり、これを解決することが極めて重要であると考えられる、と結ばれている。**

以上、論文に見るタングステン電極に関する開発・研究とその考察より、実際に溶接に携わるサイドがしっかり認識すべきことは、[第 220 話](#)に記したような制約条件があることで、以下に再掲します。

制約条件として考慮すべき事項；

- (1) アークの多数回起動性の劣化は全ての電極で多少とも生じ、抑制することは困難。
- (2) 電極先端の表面部およびその近傍から、酸化物が消失する。→アーク起動性の劣化
- (3) 酸化性ガス中における著しい消耗とそれに伴うRIM形成によるアーク力低下と安定性劣化

次話では、「**極性がアーク状態やタングステン電極に及ぼす影響**」について説明をします。

以上。